Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 17, No. 1, Spring. 2019, p. 99-110

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۷، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۱۱۰-۹۹

ارزیابی رابطه بین عملکرد دانه و درصد روغن با برخی از صفات مهم زراعی در کنجد به‌وسیله تجزیه علیت و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

بهرام مسعودی[1*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۲۱

چکیده

جهت مشخص کردن روابط بین عملکرد دانه و درصد روغن با برخی از صفات مهم زراعی و پیدا کردن اثرات مستقیم و غیر مستقیم آنها روی عملکرد دانه و درصد روغن و نیز انتخاب بهترین ارقام از نظر صفات مختلف، ۹۱ ژنوتیپ کنجد در یک طرح آگمنت در موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در سال ۱۳۹۵ مطالعه شدند. در این مطالعه ۱۷ صفت کمی از جمله تعداد روز از جوانه‌زنی تا شروع گلدهی، تعداد روز از جوانه‌زنی تا شروع رسیدگی، ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در شاخه‌های فرعی، تعداد کپسول در شاخه اصلی، تعداد کپسول‌های یک بوته، تعداد دانه در یک کپسول، وزن دانه یک کپسول، وزن صد دانه، وزن یک کپسول، طول کپسول، قطر کپسول، درصد روغن، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه مورد ارزیابی قرار گرفت. ضرایب همبستگی ساده محاسبه گردید و معلوم شد که تعداد کپسول‌ها در گیاه، تعداد کپسول در شاخه‌های فرعی، عملکرد بیولوژیک، تعداد کپسول در شاخه اصلی و ارتفاع گیاه بالاترین ضرایب همبستگی را با عملکرد دانه دارا هستند. همچنین وزن صد دانه، عملکرد دانه تک بوته، تعداد کپسول در شاخه اصلی، تعداد کپسول در تک بوته و وزن دانه‌های یک کپسول بالاترین همبستگی را با درصد روغن داشتند. تجزیه علیت نشان داد که تعداد کپسول‌ها در بوته، تعداد کپسول‌ها در شاخه فرعی، عملکرد بیولوژیک و طول کپسول بیشترین اثر مستقیم مثبت را روی عملکرد دانه دارا بودند و پیشنهاد می‌شود که به‌عنوان شاخص‌های انتخاب برای پیشرفت عملکرد دانه به‌کار روند. همچنین وزن دانه‌های یک کپسول، طول کپسول، عملکرد دانه و تعداد کپسول در شاخه اصلی به‌ترتیب دارای بالاترین اثرات مستقیم مثبت روی درصد روغن دانه بودند. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که ۶ مؤلفه مجموعاً ۸۲/۷۷ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه کردند. از لحاظ عملکرد به‌ترتیب ژنوتیپ‌های Lao hong zhi ma، Black c-2-c، Dulce 101/87 و Bukbak دارای بالاترین عملکرد دانه در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در بای پلات حاصل از مؤلفه اول و دوم بودند. ژنوتیپ شماره ۷۹ با نام White c323-2 دارای عملکرد نسبی خوب و همچنین مقدار روغن دانه نسبتاً خوب است. علاوه بر این، ژنوتیپ‌های شماره ۷۹ و ۵۱، با نام‌های White c323-2 و Local 123 دارای عملکرد نسبی خوب و نیز نسبتاً زودرس است. در نهایت، ژنوتیپ شماره ۴۹ با نام Lao hong zhi ma، دارای عملکرد نسبی بالا و تعداد دانه در هر کپسول بالا می‌باشد. با توجه به نتایج می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در اصلاح برای هر مؤلفه باید به صفات مرتبط با آن مؤلفه توجه شود به این دلیل که ژن یا ژن‌هایی که تعداد کپسول در یک بوته را کنترل می‌کنند، وزن یک بوته، وزن یک کپسول و صفات دیگر معنی‌دار در این مؤلفه را نیز به احتمال خیلی زیاد کنترل می‌کنند و مؤلفه یا ژنی که این صفات را کنترل می‌کند، مؤلفه یا ژن مشترک می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به مؤلفه‌ها، تجزیه علیت، درصد روغن، عملکرد دانه

مقدمه

کنجد (*Sesamum indicum* L.) گیاهی دیپلوئید (۲n =۲۶) است که به‌طور معمول خودگرده‌افشان بوده ولی تا ۵۰ درصد دگرگرده‌افشانی نیز توسط حشرات در این گیاه گزارش شده است، همچنین به دلیل سهولت استخراج و پایداری زیاد روغن آن و همچنین تحمل به خشکی، به‌عنوان یکی از مهمترین گیاهان روغنی مورد توجه می‌باشد (Mkamilo and Bedigian, 2007). زمان کاشت در کنجد زمانی است که درجه حرارت خاک به ۲۰ درجه سانتی‌گراد رسیده باشد بنابراین کشت کنجد از نیمه دوم اردیبهشت ماه تا نیمه دوم تیرماه در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر امکان‌پذیر است. عملکرد نسبتاً پایین کنجد یکی از دلایل مهمی است که ضرورت اصلاح این گیاه را دوچندان نموده است (Furat and Uzun, 2010). استفاده از ارقام اصلاح شده می‌تواند موجب افزایش تولید و کیفیت محصولات زراعی از جمله افزایش کمی و کیفی روغن در گیاه کنجد گردد. میزان موفقیت در یک برنامه به‌نژادی و برنامه‌های انتخاب به دو عامل وجود تنوع ژنتیکی و انتخاب موثر ژنوتیپ‌های مطلوب بستگی دارد (Falconer and Mackey, 1996). اصلی‌ترین

۱- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: bmasoudi@gmail.com)
DOI: 10.22067/gsc.v17i1.69479

هدف اصلاحی در کنجد افزایش عملکرد می‌باشد که این هدف اصلاحی با اصلاح برای بوته‌های منشعب‌تر و افزایش تعداد کپسول در بوته و افزایش تعداد برچه در کپسول دست یافتنی می‌شود (Baydar, 2005). همچنین تیپ رشدی محدود و متحمل به ریزش برای برداشت مکانیزه بسیار مورد علاقه است (Ashri, 1998).

شناخت مناسب ارتباطات بین عملکرد دانه و اجزای سازنده آن می‌تواند به‌طور قابل ملاحظه‌ای کارایی برنامه اصلاحی را از طریق استفاده مناسب از شاخص‌های انتخاب بهبود دهد (Mohammadia *et al*., 2003; Rafiq *et al*., 2010). ماهیت ارتباط بین عملکرد دانه و اجزای آن مشخص‌کننده صفات مناسبی است که بایستی در انتخاب غیرمستقیم برای بهبود عملکرد دانه استفاده شوند. مطالعات همبستگی می‌تواند به سادگی روابط بین عملکرد و صفات دیگر را اندازه‌گیری کند. تجزیه و تحلیل ضرایب مسیر نیز اجازه می‌دهد ضرایب همبستگی ساده بین صفات به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تفکیک شوند و تاثیر اثر صفات مختلف برهم مشخص شوند. چنین اطلاعاتی می‌تواند مبنای واقعی برای تخصیص سهم مناسب به هر جزء عملکرد را فراهم کند (Mahajan *et al*., 2011). همچنین تجزیه به مؤلفه‌های اصلی که حالت خاصی از تجزیه به عامل‌ها است و در آن، تجزیه بدون چرخش فاکتورها انجام می‌گیرد نیز برای یافتن ترکیباتی از چند متغیر جهت ایجاد شاخص‌های مستقل (غیرهمبسته) می‌باشد که عدم همبستگی بین این شاخص ها یک ویژگی مفید بوده و جنبه متفاوتی از داده‌ها را اندازه‌گیری می‌کند (Manly, 2004).

ینگ زونگ و یشو (Yingzhong and Yishou, 2002)، با بررسی ۳۰ رقم کنجد با توجه به ۹ خصوصیت تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، ارتفاع گیاه، ارتفاع نخستین کپسول، تعداد کپسول در گیاه، طول کپسول، عرض کپسول، تعداد بذر در کپسول، وزن هزار دانه و عملکرد بذر در گیاه، نشان دادند که تعداد کپسول در گیاه و ارتفاع گیاه همبستگی مثبت معنی‌دار با عملکرد دانه در گیاه دارد.

۶۴ ژنوتیپ کنجد به منظور همبستگی بین عملکرد و ۶ خصوصیت تشکیل‌دهنده عملکرد به‌وسیله کومارسون و همکاران (Kumaresan and Nadarajan, 2003) مورد بررسی قرار گرفتند. به غیر از تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و میزان روغن بقیه خصوصیات مطالعه شده همبستگی مثبت و معنی داری باعملکرد دانه نشان دادند.

فاضل و همکاران (Fazal *et al*., 2015) با بررسی ۱۳ ژنوتیپ کنجد نتیجه‌گیری کردند که عملکرد دانه تک بوته بیشترین همبستگی مثبت را با تعداد کپسول در گیاه دارد. تجزیه علیت نشان داد که ارتفاع گیاه دارای اثر مستقیم منفی روی عملکرد دانه بود در حالی‌که دارای اثرات غیر مستقیم مثبت از طریق تعداد کپسول در گیاه، تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد دانه در کپسول بود. تعداد کپسول در یک بوته بیشترین اثر مستقیم مثبت را روی عملکرد دانه داشت. محققین دیگر نیز به اثر مستقیم و مثبت تعداد کپسول در یک بوته روی عملکرد دانه تک بوته اشاره کرده‌اند (Kavitha and Ramalingam, 2000; Arulmozhi *et al*., 2001; Deepasankar and Anandakumar, 2003).

اکبر و همکاران (Akbar *et al*., 2011) با بررسی ۱۰۵ نمونه کنجد از نظر ۱۶ صفت کمی و کیفی و با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی چهار مؤلفه شناسایی نمودند که ۶۳/۶۴ درصد از واریانس بین داده‌ها را توجیه می‌نمود. در مؤلفه اول صفات ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های فرعی ثانویه، تعداد کپسول در گیاه و عملکرد دانه دارای بالاترین ضرایب بودند. در مؤلفه دوم صفات تعداد شاخه‌های فرعی اولیه، تعداد شاخه‌های فرعی ثانویه و وزن هزار دانه دارای بالاترین ضرایب بودند. در مؤلفه سوم صفات تعداد روز تا شروع گلدهی، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی و طول کپسول دارای بالاترین ضرایب بودند. در مؤلفه چهارم نیز صفات تعداد کپسول در گیاه با ضریب مثبت و صفات طول کپسول، قطر کپسول و تعداد دانه در کپسول با ضریب منفی دارای بالاترین ضرایب بودند.

منظیر (Menzir, 2012) با بررسی ۶۴ ژنوتیپ کنجد از نظر صفات مورفولوژیک و زراعی و با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ۴ مؤلفه شناسایی نمود که ۷۵/۵۹ درصد از واریانس بین داده‌ها را توجیه می‌نمود. در مؤلفه اول صفات طول دوره پر شدن کپسول، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک دارای بالاترین ضرایب بودند. در مؤلفه دوم صفات روز تا ۵۰ درصد گلدهی و روز تا رسیدگی با ضرایب مثبت و وزن هزار دانه با ضریب منفی دارای بالاترین ضرایب بودند. در مؤلفه سوم صفات طول دوره پر شدن کپسول با ضریب منفی و صفات تعداد شاخه‌های جانبی و عملکرد بیولوژیک با ضرایب مثبت دارای بالاترین ضرایب بودند. در مؤلفه چهارم صفات تعداد شاخه‌های جانبی و شاخص برداشت دارای بالاترین ضرایب بودند.

هدف از این تحقیق بررسی روابط بین صفات عملکرد دانه و درصد روغن با برخی از صفات زراعی و تعیین ارقام مناسب از نظر عملکرد و دیگر صفات با استفاده از نمودار بای پلات به منظور استفاده از آنها در برنامه‌های به‌نژادی است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۹۵-۱۳۹۴ در موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج انجام گرفت. آزمایش به‌صورت طرح آگمنت با ۹۱ ژنوتیپ جدید وارداتی کنجد (دریافت شده از بانک‌های ژن گیاهی کشورهای آلمان، کانادا و استرالیا) با سه شاهد (ناز تک شاخه، اولتان و یلووایت) و در شش بلوک اجرا شد. از این بین حدود ۳۰ ژنوتیپ زودرس و ۳۰ ژنوتیپ نیز دیررس بودند. هر ژنوتیپ روی یک خط دو متری با فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بین دو بوته ۱۰-۷ سانتی‌متر کاشته شد. در طول دوره رشد، اقدام به سه بار وجین دستی شد. اندازه‌گیری

صفات با استفاده از پنج بوته تصادفی از وسط هر کرت با حذف حاشیه انجام پذیرفت. صفاتی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفتند عبارت از تعداد روز از جوانه‌زنی تا شروع گلدهی، تعداد روز از جوانه‌زنی تا شروع رسیدگی، ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در شاخه‌های فرعی، تعداد کپسول در شاخه اصلی، تعداد کپسول‌های یک بوته، تعداد دانه در یک کپسول (میانگین بذر تعداد ۱۰ کپسول از ناحیه وسط بوته در پنج بوته)، وزن دانه یک کپسول (میانگین وزن دانه ۱۰ کپسول از ناحیه وسط بوته در پنج بوته)، وزن صد دانه، وزن یک کپسول (میانگین وزن ۱۰ کپسول از ناحیه وسط بوته در پنج بوته)، طول کپسول (میانگین طول ۱۰ کپسول از ناحیه وسط بوته در پنج بوته)، قطر کپسول (میانگین قطر ۱۰ کپسول از ناحیه وسط بوته در پنج بوته)، درصد روغن، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه بودند. به منظور تعیین وضعیت یکنواختی زمین آزمایشی، تجزیه واریانس یک‌طرفه شاهدها برای عملکرد و اجزای آن در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام شد. پس ازمحاسبه ضرایب همبستگی ساده بین صفات با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۵، تجزیه علیت برای عملکرد دانه و درصد روغن توسط نرم‌افزار Path74 صورت گرفت. در نهایت برای انجام تجزیه به مؤلفه‌های اصلی از نرم‌افزار Stat Graphics نسخه ۵/۱ استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس شاهدها نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین بلوک‌ها از نظر صفات مربوط به عملکرد و اجزای آن وجود نداشت. ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات اندازه‌گیری شده روی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نشان داد که عملکرد دانه در بوته بالاترین همبستگی مثبت را به‌ترتیب با صفات تعداد کل کپسول‌ها در گیاه (۰/۷۳)، تعداد کپسول در شاخه‌های فرعی (۰/۶۲)، عملکرد بیولوژیک (۰/۴۴)، تعداد کپسول در شاخه اصلی (۰/۴) و ارتفاع گیاه (۰/۴) دارد (جدول ۱). محققین زیادی نیز نتایج همبستگی مشابهی برای عملکرد دانه و صفات تعداد کل کپسول‌ها در گیاه(Azeez and Morakinyo, 2011; Mustafa *et al*., 2015; Saha *et al*., 2012; Yol *et al*., 2010)، عملکرد بیولوژیک (Mishra *et al*., 1994; Pawar *et al*., 2002)، تعداد کپسول در شاخه اصلی (Lal *et al*., 2016) و ارتفاع گیاه (Ibrahim and Khidir, 2012; Sumathi and Muralidharan, 2010; Thirumala Rao *et al*., 2013) مشاهده نمودند.

به نظر می‌رسد با افزایش ارتفاع گیاه و تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد کپسول در گیاه افزایش یافته و عملکرد تک بوته افزایش می‌یابد. همانطور که مشاهده می‌شود تعداد شاخه‌های فرعی و ارتفاع با یکدیگر همبستگی مثبت و معنی‌داری داشته و هر دو صفت نیز با تعداد کپسول در بوته و عملکرد تک بوته دارای همبستگی مثبت هستند. محققین دیگر نیز همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع گیاه و صفات تعداد کپسول در گیاه (Prasad *et al*., 2013; Bharathi *et al*., 2015) و تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه (Prasad *et al*., 2013; Guirguis *et al*., 1996) مشاهده نموده‌اند. عملکرد دانه در بوته همچنین دارای همبستگی منفی و ضعیفی با تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی (به‌ترتیب ۰/۲۱-، ۰/۰۳-) بود که با نتایج محققین دیگر (Kumaresan and Nadarajan, 2003; Abate and Mekbib, 2015) مشابهت داشت. مطالعاتی نیز همبستگی مثبتی بین عملکرد دانه و صفات روز تا ۵۰ درصد گلدهی و رسیدگی مشاهده نموده بودند (Karuppaiyan and Ramasamy, 2000; Lal *et al*., 2016) که در تضاد با نتایج این تحقیق بود.

همانطور که در نتایج همبستگی ساده مشاهده می‌شود درصد روغن همبستگی مثبتی با عملکرد دانه داشت (۰/۲۱) که در توافق با نتایج بعضی از محققین (Karuppaiyan and Ramasamy, 2000; Thiyagu *et al*., 2007) و در تضاد با نتایج بعضی دیگر (Kumaresan and Nadarajan, 2003) بود. همچنین درصد روغن دارای همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری با وزن صد دانه، تعداد کپسول در شاخه اصلی، تعداد کپسول در تک بوته و وزن دانه‌های یک کپسول بود. ابیت و مکبیب (Abate and Mekbib, 2015) همبستگی بین درصد روغن و صفات عملکرد بیولوژیک و وزن صد دانه را منفی اشاره کرده‌اند.

برای تفسیر واضح‌تر و درک ساختاری و منطقی دقیق‌تر نتایج به‌دست آمده از همبستگی ساده بین صفات، تجزیه علیت برای عملکرد دانه تک بوته و درصد روغن انجام گرفت که نتایج آن به‌ترتیب در جداول ۲ و ۳ آورده شده است. برای عملکرد دانه تک بوته با توجه به نتایج چنین برمی‌آید که تعداد کل کپسول‌ها در بوته بیشترین اثر مستقیم مثبت را دارد که با نتایج سایر محققین (Kumar and Vivekanandan, 2009; Kurdistani *et al*., 2011; Sivaprasad and Yadavalli, 2012; Vanishree *et al*., 2013) مطابقت دارد. همچنین صفات تعداد کل کپسول‌ها در شاخه فرعی، عملکرد بیولوژیک و طول کپسول نیز بعد از تعداد کل کپسول‌ها دارای اثرات مستقیم مثبت بالاتری نسبت به سایر صفات روی عملکرد دانه بودند. ابیت و مکبیب (Abate and Mekbib, 2015) نیز به اثرات مستقیم و مثبت عملکرد بیولوژیک روی عملکرد دانه تک بوته اشاره کرده‌اند. این در حالی است که گوداپاگودرا و همکاران (Goudappagoudra *et al*., 2011) اشاره کرده‌اند که طول کپسول اثر مستقیم منفی روی عملکرد دانه دارد. همانطور که در نتایج مشخص است صفات عملکرد بیولوژیک یک بوته، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد کپسول شاخه‌های فرعی و اصلی دارای اثرات غیر مستقیم مثبت از طریق صفت تعداد کپسول کل بوته روی عملکرد دانه تک بوته داشته‌اند.

جدول ۱- نتایج همبستگی ساده بین صفات

Table 1- Result of simple correlation analysis between traits

	FD	MD	H	FCH	NB	NC/B	NC/M	NTC	SN/C	SW/C	HSW	CW	CL	CD	OIL	BY
MD	0.51**															
H	-0.17*	-0.13														
FCH	0.05	-0.05	0.31**													
NB	0.15	0.13	0.18*	0.20**												
NC/B	-0.03	0.10	0.28**	0.12	0.50**											
NC/M	-0.34**	-0.15	0.34**	-0.16**	-0.14	0.16*										
NTC	-0.13	0.06	0.41**	0.04	0.35**	0.73**	0.44**									
SN/C	0.03	0.13	0.20**	0.19*	-0.01	0.08	0.08	0.13								
SW/C	-0.04	0.05	0.20**	0.03	-0.03	0.15	0.17*	0.22**	0.49**							
HSW	-0.14	-0.06	0.04	-0.19*	-0.09	0.03	0.10	0.06	-0.19**	0.34**						
CW	0.07	0.11	0.35**	0.08	0.02	0.13	0.20*	0.22**	0.56**	0.66**	0.14					
CL	0.08	0.04	0.22**	0.02	0.15*	0.18**	0.10	0.19*	0.35**	0.34**	0.04	0.49**				
CD	-0.11	-0.04	0.20**	-0.07	-0.22**	-0.02	0.32**	0.11	0.34**	0.26**	-0.01	0.48**	0.31**			
OIL	-0.22**	-0.17	0.01	-0.20*	0.00	0.07	0.17*	0.13	-0.15	0.13	0.25**	-0.10	0.08	-0.16*		
BY	0.13	0.25**	0.24**	0.09	0.39**	0.45**	0.10	0.47**	0.13	0.10	-0.04	0.19*	0.19*	0.08	-0.04	
SY	-0.21*	-0.03	0.40**	0.05	0.30**	0.62**	0.40**	0.73**	0.11	0.28**	0.16*	0.26**	0.30**	0.15	0.21*	0.44**

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

* and **: Significant at 95 and 99 percentage, respectively.

BY (Biological Yield): عملکرد بیولوژیک, CD (Capsule Diameter): قطر کپسول, CL (Capsule length): طول کپسول, CW (Capsule Weight): وزن یک کپسول, FCH (First Capsule Height from surface of Earth): ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین, FD (Flowering Date): روز تا شروع گلدهی, H (Height of plant): ارتفاع بوته, HSW (hundred Seed Weight): وزن صد دانه, MD (Maturity Date): روز تا شروع رسیدگی, NB (Number of Branches): تعداد شاخه فرعی, NC\B (Number of Capsule per Branches): تعداد کپسول در شاخه های فرعی, NC\M (Number of Capsule per Main stem): تعداد کپسول در شاخه اصلی, NTC (Number of Total Capsule per plant): تعداد کپسول های یک بوته, OIL (Oil percentage): درصد روغن, SN\C (Seed Number per Capsule): تعداد دانه در یک کپسول, SW\C (Seed Weight per Capsule): وزن دانه یک کپسول, SY (Seed Yield): عملکرد دانه

جدول ۲- نتایج تجزیه علیت برای عملکرد دانه

Table 2- Result of path analysis for seed yield

	اثر مستقیم	BY	SN/C	SW/C	HSW	CW	CL	CD	H	FCH	NB	NC/B	NC/M	NTC	OIL	FD	MD
BY	0.13	.....	0.02	0.01	-0.01	0.03	0.03	0.01	0.03	0.01	0.05	0.06	0.01	0.06	-0.01	0.02	0.03
SN/C	-0.04	-0.01	.....	-0.02	0.01	-0.03	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.01	0.00	-0.01
SW/C	0.07	0.01	0.03	.....	0.02	0.05	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
HSW	0.06	0.00	-0.01	0.02	.....	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	-0.01	0.00
CW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	.....	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CL	0.12	0.02	0.04	0.04	0.01	0.06	.....	0.04	0.03	0.00	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00
CD	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	.....	0.01	0.00	-0.01	0.00	0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00
H	0.04	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	.....	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	-0.01	-0.01
FCH	0.03	0.00	0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	.....	0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00
NB	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.01	0.01	.....	0.02	-0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
NC/B	0.18	0.08	0.01	0.03	0.01	0.02	0.03	0.00	0.05	0.02	0.09	.....	0.03	0.13	0.01	-0.01	0.02
NC/M	0.09	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.03	-0.02	-0.01	0.01	.....	0.04	0.02	-0.03	-0.02
NTC	0.40	0.19	0.05	0.09	0.03	0.09	0.08	0.05	0.17	0.01	0.14	0.29	0.18	.....	0.05	-0.05	0.02
OIL	0.08	0.00	-0.01	0.01	0.02	-0.01	0.01	-0.01	0.00	-0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	.....	-0.02	-0.01
FD	-0.11	-0.02	0.00	0.00	0.02	-0.01	-0.01	0.01	0.02	-0.01	-0.02	0.00	0.04	0.01	0.02	.....	-0.06
MD	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	.....
اثر باقیمانده	0.61																

BY (Biological Yield): عملکرد بیولوژیک, CD (Capsule Diameter): قطر کپسول, CL (Capsule length): طول کپسول, CW (Capsule Weight): وزن یک کپسول, FCH (First Capsule Height from surface of Earth): ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین, FD (Flowering Date): روز تا شروع گلدهی, H (Height of plant): ارتفاع بوته, HSW (hundred Seed Weight): وزن صد دانه, MD (Maturity Date): روز تا شروع رسیدگی, NB (Number of Branches): تعداد شاخه فرعی, NC\B (Number of Capsule per Branches): تعداد کپسول در شاخه های فرعی, NC\M (Number of Capsule per Main stem): تعداد کپسول در شاخه اصلی, NTC (Number of Total Capsule per plant): تعداد کپسول های یک بوته, OIL (Oil percentage): درصد روغن, SN\C (Seed Number per Capsule): تعداد دانه در یک کپسول, SW\C (Seed Weight per Capsule): وزن دانه یک کپسول, SY (Seed Yield): عملکرد دانه

جدول ۳- نتایج تجزیه علیت برای درصد روغن

Table 3- Result of path analysis for oil %

	اثر مستقیم	BY	SY	SN/C	SW/C	HSW	CW	CL	CD	H	FCH	NB	NC/B	NC/M	NTC	FD	MD
BY	-0.04	.....	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.02	-0.02	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01
SY	0.16	0.07	.....	0.02	0.05	0.03	0.04	0.05	0.02	0.06	0.01	0.05	0.10	0.06	0.12	-0.03	-0.01
SN/C	-0.08	-0.01	-0.01	.....	-0.04	0.02	-0.04	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	-0.01
SW/C	0.23	0.02	0.06	0.11	.....	0.08	0.15	0.08	0.06	0.05	0.01	-0.01	0.03	0.04	0.05	-0.01	0.01
HSW	0.10	0.00	0.02	-0.02	0.03	.....	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.02	-0.01	0.00	0.01	0.01	-0.01	-0.01
CW	-0.22	-0.04	-0.06	-0.12	-0.15	-0.03	.....	-0.11	-0.11	-0.08	-0.02	0.00	-0.03	-0.04	-0.05	-0.02	-0.03
CL	0.17	0.03	0.05	0.06	0.06	0.01	0.08	.....	0.05	0.04	0.00	0.03	0.03	0.02	0.03	0.01	0.01
CD	-0.23	-0.02	-0.03	-0.08	-0.06	0.00	-0.11	-0.07	.....	-0.05	0.02	0.05	0.00	-0.08	-0.03	0.03	0.01
H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	.....	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FCH	-0.15	-0.01	-0.01	-0.03	-0.01	0.03	-0.01	0.00	0.01	-0.05	.....	-0.03	-0.02	0.02	-0.01	-0.01	0.01
NB	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	.....	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NC/B	-0.06	-0.03	-0.04	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	0.00	-0.02	-0.01	-0.03	.....	-0.01	-0.05	0.00	-0.01
NC/M	0.10	0.01	0.04	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.03	-0.02	-0.02	0.02	.....	0.04	-0.03	-0.02
NTC	0.03	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	.....	-0.01	0.00
FD	-0.10	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	-0.01	-0.01	0.01	0.02	-0.01	-0.02	0.00	0.03	0.01	.....	-0.05
MD	-0.08	-0.02	0.00	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	-0.01	-0.01	0.01	-0.01	-0.04	.....
اثر باقیمانده	0.86																

BY (Biological Yield): عملکرد بیولوژیک, CD (Capsule Diameter): قطر کپسول, CL (Capsule length): طول کپسول, CW (Capsule Weight): وزن یک کپسول, FCH (First Capsule Height from surface of Earth): ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین, FD (Flowering Date): روز تا شروع گلدهی, H (Height of plant): ارتفاع بوته, HSW (hundred Seed Weight): وزن صد دانه, MD (Maturity Date): روز تا شروع رسیدگی, NB (Number of Branches): تعداد شاخه فرعی, NC\B (Number of Capsule per Branches): تعداد کپسول در شاخه های فرعی, NC\M (Number of Capsule per Main stem): تعداد کپسول در شاخه اصلی, NTC (Number of Total Capsule per plant): تعداد کپسول های یک بوته, OIL (Oil percentage): درصد روغن, SN\C (Seed Number per Capsule): تعداد دانه در یک کپسول, SW\C (Seed Weight per Capsule): وزن دانه یک کپسول, SY (Seed Yield): عملکرد دانه

در این تحقیق اثرات باقی‌مانده برای تجزیه علیت عملکرد دانه بالا بود (۰/۶۱) که نشان‌دهنده این مطلب می‌باشد که صفات مهم دیگری نیز بر عملکرد دانه تک بوته تاثیرگذار هستند که در تجزیه علیت وارد نشده‌اند. این نتیجه با نتایج محققین دیگر مطابق است (Sumathi *et al*., 2007; Goudappagoudra *et al*., 2011).

برای درصد روغن با توجه به نتایج تجزیه علیت می‌توان ابراز نمود که وزن دانه‌های یک کپسول بیشترین اثر مستقیم مثبت را دارد و صفات طول کپسول، عملکرد دانه و تعداد کپسول در شاخه اصلی نیز به‌ترتیب دارای اثرات مستقیم مثبت روی درصد روغن دانه بودند. همچنین قطر کپسول، وزن کپسول و ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین دارای بیشترین اثرات مستقیم منفی روی درصد روغن دانه بودند. تعداد دانه در کپسول از طریق وزن دانه‌های یک کپسول دارای اثر غیرمستقیم مثبت روی درصد روغن دانه می‌باشد. همچنین تعداد کل کپسول‌ها از طریق عملکرد دانه دارای اثر غیرمستقیم مثبت روی درصد روغن دانه می‌باشد. تعداد دانه در یک کپسول، وزن دانه‌ها در کپسول، طول کپسول و قطر کپسول دارای اثرات غیرمستقیم منفی از طریق صفت وزن یک کپسول روی درصد روغن دانه بود. همچنین وزن یک کپسول نیز دارای اثر غیر مستقیم منفی از طریق صفت قطر کپسول روی درصد روغن دانه بود. همچنین همانند صفت عملکرد دانه اثرات باقی‌مانده برای تجزیه علیت درصد روغن بالا بود (۰/۸۶) که نشان‌دهنده این مطلب می‌باشد که صفات مهم دیگری نیز بر درصد روغن تاثیرگذار هستند که در تجزیه علیت وارد نشده‌اند.

نتایج تجزیه به مؤلفه‌ها نشان داد که در ژنوتیپ‌های مورد بررسی شش مؤلفه که دارای ریشه مشخصه بزرگتر از یک بود مجموعاً ۸۲/۷۷ درصد از کل واریانس متغیرها را توجیه می‌کنند (جدول ۴). به‌طور کلی با توجه به نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی می‌توان نتیجه‌گیری نمود کرد که مؤلفه اصلی اول شامل صفات عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد کپسول در شاخه‌های فرعی و تعداد کپسول‌های یک بوته می‌باشد که دارای ضرایب مثبت بالایی بودند. همانطور که در نتایج همبستگی ساده صفات و تجزیه علیت مشاهده شده با افزایش تعداد کپسول‌ها در بوته و افزایش وزن کپسول‌ها، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه افزایش می‌یابد که این نشان‌دهنده رابطه مستقیم بین آنها است. نتایج این مؤلفه تقریباً مشابه مؤلفه اول اکبر و همکاران (Akbar *et al*., 2011) که شامل صفات تعداد کپسول در گیاه، عملکرد دانه، ارتفاع گیاه و تعداد شاخه‌های فرعی بود و مؤلفه اول منظیر (Menzir, 2012) که شامل صفات طول دوره پر شدن کپسول، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بود، می‌باشد.

در مؤلفه دوم صفات وزن دانه یک کپسول و وزن یک کپسول دارای بالاترین ضرایب بودند که بالا بودن ضرایب این صفات نیز عادی بوده زیرا با افزایش تعداد دانه در یک کپسول و افزایش وزن دانه‌ها انتظار بر این است که وزن کپسول افزایش یابد. در مؤلفه سوم صفات روز تا شروع گلدهی و روز تا شروع رسیدگی دارای بالاترین ضرایب مثبت بودند و صفت ارتفاع بوته دارای ضریب منفی بالایی بود. در اغلب گیاهان انتظار بر این است که با افزایش طول دوره رشد، ارتفاع افزایش یابد اما همانطور که در نتایج همبستگی ساده صفات نیز مشاهده شد در ژنوتیپ‌های مورد بررسی همبستگی منفی و معنی‌داری بین صفات دوره رویشی و ارتفاع بوته مشاهده گردید که می‌توان این‌گونه بیان نمود که به‌طور کلی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی این روابط صادق نیست. نتایج این مؤلفه تقریباً مشابه مؤلفه سوم اکبر و همکاران (Akbar *et al*., 2011) که شامل صفات تعداد روز تا شروع گلدهی، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی و طول کپسول و مؤلفه دوم منظیر (Menzir, 2012) که شامل صفات روز تا ۵۰ درصد گلدهی و روز تا رسیدگی با ضرایب مثبت و وزن هزار دانه با ضریب منفی بود، می‌باشد.

در مؤلفه چهارم صفت ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین دارای بالاترین ضریب منفی بود. مؤلفه پنجم شامل صفات درصد روغن و طول کپسول با ضرایب مثبت بود. در نهایت مؤلفه ششم شامل صفات تعداد دانه در یک کپسول و تعداد کپسول در شاخه اصلی با ضرایب مثبت و وزن صد دانه با ضریب منفی بود.

معمولاً در برنامه‌های اصلاحی بیشتر توجه محققین روی صفت عملکرد می‌باشد، یعنی هدف برنامه‌های اصلاحی این است که با تغییر و اصلاح صفات دیگر که ارتباط نزدیکی با عملکرد دارند، بتوانند صفت عملکرد را بهبود ببخشند. در هر مؤلفه با توجه به جداول، مشاهده می‌شود که صفاتی که بیشترین ضرایب همبستگی را با هم داشته‌اند، در مؤلفه مورد نظر قرار گرفته‌اند و از این صفات می‌توان در انتخاب غیرمستقیم استفاده نمود و انتظار می‌رود که آن مؤلفه نیز با این روش اصلاح شود.

جدول ٤- نتایج تجزیه به مؤلفه‌ها برای صفات مورد اندازه‌گیری در ژنوتیپ‌های مورد بررسی
Table 4- Result of principal component analysis for all traits in studied genotypes

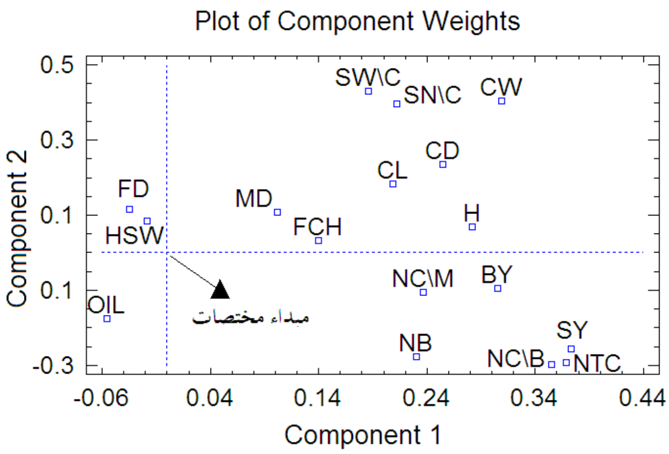
صفات	Traits	مؤلفه اول First principal	مؤلفه دوم Second principal	مؤلفه سوم Third principal	مؤلفه چهارم Fourth principal	مؤلفه پنجم Fifth principal	مؤلفه ششم Sixth principal
عملکرد بیولوژیک	Biological Yield (BY)	**0.31**	-0.1	0.2	-0.09	-0.22	-0.04
عملکرد دانه	Seed Yield (SY)	**0.37**	-0.26	-0.05	0.14	0.1	-0.02
تعداد دانه در یک کپسول	Seed Number / Capsule (SN\C)	0.21	0.4	-0.01	-0.05	0.21	**0.42**
وزن دانه یک کپسول	Seed Weight / Capsule (SW\C)	0.19	**0.43**	0.02	0.33	0.14	-0.03
وزن صد دانه	hundred Seed Weight (HSW)	-0.02	0.09	0.01	0.53	-0.13	**-0.65**
وزن یک کپسول	Capsule Weight (CW)	0.31	**0.4**	0.04	0.07	-0.01	-0.09
طول کپسول	Capsule length (CL)	0.21	0.18	0.18	0.05	**0.36**	0
قطر کپسول	Capsule Diameter (CD)	0.25	0.23	-0.26	-0.07	-0.26	-0.07
ارتفاع بوته	Height of plant (H)	0.28	0.07	**-0.33**	-0.26	0.04	-0.2
ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین	First Capsule Height from Earth (FCH)	0.14	0.03	-0.14	**-0.52**	0.3	-0.3
تعداد شاخه فرعی	Number of Branches (NB)	0.23	-0.28	0.29	-0.03	0.28	-0.17
تعداد کپسول در شاخه‌های فرعی	Number of Capsule / Branches (NC\B)	**0.35**	-0.3	0.12	0.01	0.02	-0.04
تعداد کپسول در شاخه اصلی	Number of Capsule / Main stem (NC\M)	0.24	-0.1	-0.28	0.15	-0.36	**0.37**
تعداد کپسول‌های یک بوته	Number of Total Capsule/ plant (NTC)	**0.37**	-0.29	0.02	0.1	-0.11	0.08
درصد روغن	Oil percentage (OIL)	-0.06	-0.18	-0.07	0.38	**0.54**	0.23
روز تا شروع گلدهی	Flowering Date (FD)	-0.03	0.12	**0.55**	-0.24	-0.07	0
روز تا شروع رسیدگی	Maturity Date (MD)	0.1	0.11	**0.49**	0.08	-0.25	0.13
مقدار ویژه	Eigen value	5.08	2.57	2.31	1.7	1.36	1.05
درصد واریانس	Percentage of variance	29.9	15.1	13.59	9.99	7.99	6.2
درصد تجمعی واریانس	Cumulative percentage of variance	29.9	45	58.59	68.58	76.57	82.77

بر اساس پلات مؤلفه‌های مختلف با هم می‌توان بهترین ژنوتیپ‌ها را براساس مؤلفه‌های مختلف انتخاب نمود. در اکثر موارد از دو مؤلفه اول که بیشترین واریانس داده‌ها را توجیه می‌کنند برای این منظور استفاده می‌کنند که در تحقیق حاضر دو مؤلفه اول و دوم در مجموع ۴۵ درصد از کل واریانس متغیرها را توجیه می‌کردند. شکل ۱ محل قرارگیری صفات مختلف را در پلات حاصل از مؤلفه اول و دوم نشان می‌دهد و همانطور که مشخص است جهت نمودارها برای صفات مرتبط با هم در یک جهت و همسو بوده و برای صفاتی که رابطه عکس با یکدیگر دارند غیر همسو می‌باشد. به‌عنوان مثال صفات تعداد دانه در کپسول، وزن دانه کپسول و وزن کپسول در یک راستا قرار گرفته‌اند که نشان‌دهنده ارتباط بین آنها است، همچنین همانطور که ملاحظه می‌شود درصد روغن در جهت مخالف این صفات قرار گرفته است و نشان‌دهنده رابطه عکس با صفات فوق می‌باشد. شکل ۲ نیز محل قرارگیری بعضی از ارقام را در این پلات

نشان می‌دهد. با توجه به این شکل‌ها ما قادر هستیم ژنوتیپ‌های مختلف را با توجه به صفات مختلف انتخاب کنیم. بدین صورت که از صفت مربوطه خطی به مبدأ مختصات رسم کرده و سپس خط دیگری که از مبدأ مختصات رد شود و عمود بر این خط باشد رسم می‌کنیم و ژنوتیپ‌هایی که بالاترین تصویر را روی خط اول داشته باشند و در سمت قرارگیری صفت مورد نظر نسبت به خط عمود باشند دارای بالاترین مقدار در رابطه با آن صفت بوده و ژنوتیپ‌هایی که بالاترین تصویر را روی خط اول داشته باشند و در سمت عکس قرارگیری صفت مورد نظر نسبت به خط عمود باشند دارای کمترین مقدار در رابطه با آن صفت خواهند بود. به‌عنوان مثال برای صفت عملکرد دانه با توجه به شکل ۲ در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ شماره ۴۹ به نام Lao hong zhi ma و سپس به‌ترتیب ژنوتیپ‌های شماره ۱۱، ۲۰ و ۱۵ دارای بالاترین تصویرهای مثبت برای این صفت بوده و بنابراین می‌توان آنها را به‌عنوان ارقام با عملکرد بالا در شکل حاصل از مؤلفه اول و دوم در نظر گرفت. به همین صورت ژنوتیپ شماره ۸۴ به نام White Sindos 381 (early) و سپس به‌ترتیب ژنوتیپ‌های ۲۴، ۴۷ و ۲۷ دارای بیشترین تصویرها اما در جهت عکس برای صفت عملکرد بوده و در نتیجه عملکرد دانه پایینی در شکل حاصل از مؤلفه اول و دوم دارند.

نتیجه‌گیری

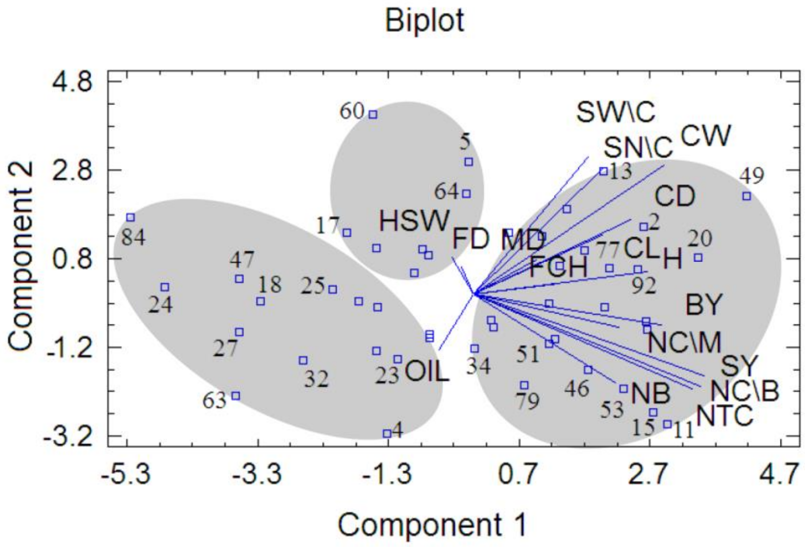
همانطور که از شکل ۲ مشخص است صفات تعداد کپسول در شاخه‌های فرعی، تعداد کپسول‌های شاخه اصلی، تعداد کل کپسول‌های یک بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و عملکرد بیولوژیک از جمله صفاتی هستند که مستقیماً عملکرد دانه را بالا می‌برند و بنابراین ارقامی که دارای مقدار بالاتری برای این صفات باشند در نتیجه عملکرد بالاتری خواهند داشت و در یک گروه قرار خواهند گرفت. با توجه به هدف از این تحقیق که انتخاب تعدادی ارقام از لحاظ عملکرد و سایر صفات بود می‌توان ذکر نمود که اگر به دنبال رقمی باشیم که عملکرد نسبی خوب و همچنین درصد روغن دانه نسبی خوبی نیز باشد می‌توان ژنوتیپ شماره ۷۹ با نام White c323-2 را انتخاب نمود. از طرف دیگر اگر دنبال ژنوتیپی باشیم که دارای عملکرد نسبی خوب باشد و نسبتاً زودرس نیز باشد می‌توان ژنوتیپ‌های با شماره ۷۹ و ۵۱ به‌ترتیب با اسامی White c323-2 و Local 123 را انتخاب نمود. همچنین به‌عنوان مثال دیگر اگر به دنبال رقمی با عملکرد نسبی بالا و تعداد دانه در کپسول بالا باشیم می‌توانیم ژنوتیپ شماره ۴۹ با نام Lao hong zhi ma را انتخاب نماییم. به‌طور کلی با توجه به شکل ۲ می‌توان ژنوتیپ‌های مورد بررسی را به سه گروه کلی تقسیم بندی نمود. گروه اول (سمت راست) اکثراً شامل ارقامی هستند که دارای عملکرد و اجزای عملکرد بالا هستند، گروه دوم سمت چپ بالا اکثرا شامل ارقام زودرس و با عملکرد پایین می‌باشند و در نهایت گروه سوم (سمت چپ پایین) شامل ارقام با درصد روغن بالا ولی عملکرد و اجزای عملکرد پایین هستند.



شکل ۱- پلات بارهای عاملی مؤلفه اول و دوم حاصل از تجزیه به مؤلفه‌ها برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی

Figure 1- Plot of factor loadings of first and second principal resulted from principal component analysis for studied genotypes

BY: عملکرد بیولوژیک، CD: قطر کپسول، CL: طول کپسول، CW: وزن یک کپسول، FCH: ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین، FD: روز تا شروع گلدهی، H: ارتفاع بوته، HSW: وزن صد دانه، MD: روز تا شروع رسیدگی، NB: تعداد شاخه فرعی، NC\B: تعداد کپسول در شاخه‌های فرعی، NC\M: تعداد کپسول در شاخه اصلی، NTC: تعداد کپسول‌های یک بوته، OIL: درصد روغن، SN\C: تعداد دانه در یک کپسول، SW\C: وزن دانه یک کپسول، SY: عملکرد دانه



شکل ۲- بای پلات مؤلفه اول و دوم حاصل از تجزیه به مؤلفه‌ها برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی، بعضی از ژنوتیپ‌های قرار گرفته در آن و گروه‌بندی صورت گرفته برای ژنوتیپ‌ها

Figure 2- Biplot of first and second principal resulted from principal component analysis for studied genotypes, some of genotypes in it and grouping done for genotypes

2:Akyang, 4:Anthalya-1, 5:Ba fang tuo, 11:Black c-2-c, 13:Boryung, 15:Bukbak, 17:Daeyang, 18:Dongbu, 20:Dulce 101/87. 23:Godae, 24:Gogun, 25:Gyum 1 1, 27:Haeree, 32:Hanyim 1, 34:Hoechon 2, 46:Jungkyung, 47:Keumyu, 49:Lao hong zhi ma, 51:Local 123, 53:Margo, 60:Q21115 (non-shattering selection), 63:Sagok, 64:SC 4520-2-1, 77:VNIIMK 1651, 79:White c323-2, 84:White Sindos 381 (early), 92:اولتان

References

1. Abate, M., and Mekbib, F. 2015. Assessment of genetic variability and character association in 108 office low-altitude sesame (*sesamum indicum* L.) genotypes. Journal of Agriculture and Environmental Sciences, 2 (3): 55-66.
2. Akbar, F., Rabbani, M.A., Shinwari, Z.K., and Khan, S.J. 2011. Genetic divergence in sesame (*Sesamum indicum* L.) landraces based on qualitative and quantitative traits. Pakistan Journal of Botany 43 (6): 2737-2744.
3. Arulmozhi, N., Santha, S., and Mohammed, S. 2001. Correlation and path co-efficient analysis in sesame. Journal of Ecobiology 13 (3): 229-232.
4. Ashri, A. 1998. Sesame breeding. Plant Breeding Reviews 16: 179-228.
5. Azeez, M. A., and Morakinyo, J. A. 2011. Path analysis of the relationships between single plant seed yield and some morphological traits in sesame (*Sesamum indicum* L.). International Journal of Plant Breeding and Genetics 5: 358-368.
6. Baydar, H. 2005. Breeding for the improvement of the ideal plant type of sesame. Plant Breeding 124: 263-267.
7. Bharathi, D., Rao, V. T., Venkanna, V., and Bhadru, D. 2015. Association Analysis in Sesame (*Sesamum indicum* L.). International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology 6 (1): 210-212.
8. Deepasankar, P., and Anandakumar, C. R. 2003. Character association and path coefficient analysis in sesame (*Sesamum indicum* L.). Agricultural Science Digest 23: 17-19.
9. Falconer, D. S., and T. F. C. Mackey. 1996. Introduction to quantitative genetics. Longman Group Ltd. Harlow, UK, 187- 246.
10. Fazal, A., Mustafa, H. S. B., Hasan, E., Anwar, M., Tahir, M. H. N., and Sadaqat, H. A. 2015. Interrelationship and Path Coefficient Analysis among Yield and Yield Related Traits in Sesame (*Sesamum indicum* L.). Natural Science 13 (5): 27-32.
11. Furat, S., and Uzun, B. 2010. The use of agro-morphological characters for the assessment of genetic diversity in sesame (*Sesamum indicum* L.). Plant Omics 3: 85-91.
12. Goudappagoudra, R., Lokesha, R., and Ranganatha, A. R. G. 2011. Trait association and path coefficient analysis for yield and yield attributing traits in sesame (*Sesamum indicum* L.) Electronic Journal of Plant Breeding 2 (3): 448-452.

13. Guirguis, N. R., Mandoh, E. L., and Madkour, M. A. 1996. Evaluation of some different genotypes of sesame (*Sesamum indicum* L.). Annals of Agricultural Sciences 34 (1): 53-68.
14. Ibrahim, S. E., and Khidir, M. O. 2012. Genotypic correlation and path coefficient analysis of yield and some yield components in sesame (*Sesamum indicum* L.). International Journal of Agricultural Science 2 (8): 664-670.
15. Karuppaiyan, R., and Ramasamy, P. 2000. Cause and effect relationship between seed yield and its components in sesame. Madras Agricultural Journal 7 (1-3): 74-76.
16. Kavitha, M., and Ramalingam, S. 2000. Path analysis in segregating population of sesame. Madras Agricultural Journal 5 (1-3): 158-159.
17. Kumar, K. B., and Vivekanandan, P. 2009. Correlation and path analysis for seed yield in sesame (*Sesamum indicum* L.). Electronic Journal of Plant Breeding 1: 70-73.
18. Kumaresan, D. and Nadarajan, N. 2003. Genetic divergence analysis in sesame (*sesamun indicum* L). Sesame and Safflower Newsletter 18:15-19.
19. Kurdistani, R., Tohidinejad, E., Mohammadi-Nejad, G., and Zareie, S. 2011. Yield potential evaluation and path analysis of different sesame genotypes under various levels of iron. African Journal of Plant Science 5:862-866.
20. Lal, M., Dutta, S., Saikia, D., and Bhau, B. S. 2016. Assessment of Selection Criteria in Sesame by using Correlation and Path Coefficient Analysis under High Moisture and Acidic Stress Soil Condition. Indian Journal of Science and Technology 9(4).
21. Mahajan, R. C., Wadikar, P. B., Pole, S. P., and Dhuppe, M. V. 2011. Variability, Correlation and Path Analysis Studies in Sorghum. Research Journal of Agricultural Sciences 2: 101-103.
22. Manly, B. F. J. 2004. Multivariate statistical methods, A primer. Chapman and Hall, London. Third edition, 224p.
23. Menzir, A. 2012. Phenotypic variability, divergence analysis and heritability of characters in sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes. Nature and Science 10 (10): 117-126.
24. Mishra, A. K., Yada, L. N., and Tiwari, R. C. 1994. Association analysis for yield and its component in sesame (*Sesamum indicum*). Agricultural Science Digest 15: 42-46.
25. Mkamilo, G. S., and Bedigian, D. 2007. *Sesamum indicum* L. In H.A.M. van der Vossen and G.S. Mkamilo, eds. Vegetable Oils. Plant Resources of Tropical Africa [PROTA]. 14: 153-158.
26. Mohammadia, S. A., Prasanna, B. M., and Singh, N. N. 2003. Sequential path model for determining interrelationship among grain yield and related characters in maize. Crop Science 43: 1690-1697.
27. Mustafa, H. S. B., Ejaz-ul-Hasan, Q. A., Anwar, M., Aftab, M., and Mahmood, T. 2015. Selection Criteria for Improvement in Sesame (*Sesamum indicum* L.). American Journal of Experimental Agriculture 9 (4).
28. Pawar, K. N., Chetti, M. B., and Jahagirdar, S. 2002. Association between seed yield attributing character in Sesame. Agricultural Science Digest 22: 18-20.
29. Rafiq, C. M., Rafique, M., Hussain, A., and Altaf, M. 2010. Studies on heritability, correlation and path analysis in maize (*Zea mays* L.). Journal of Agricultural Research 48: 35-38.
30. Saha, S., Tamina, B., and Tapash, D. 2012. Analysis of Genotypic Diversity in Sesame Based on Morphological and Agronomic Traits. International Research Conference. Tropentag, Gottingen, Germany 19-21.
31. Siva Prasad, Y. V. N., Krishna, M. S. R., and Venkateswarlu Yadavalli. 2013. Correlation, path analysis and genetic variability for economical characteristics in F2 and F3 generations of the cross AVT 3× TC 25 in Sesamum (*Sesamum indicum* L.). Journal of Environmental and Applied Bioresearch 1 (2): 14-18.
32. Sivaprasad, Y. V. N., and Yadavalli, V. 2012. Correlation, path analysis and genetic variability in F2 and F3 generations of cross Padma × JLSV 4 in sesamum (*Sesamum indicum* L.). International Journal of Agricultural Science 2: 311-314.
33. Sumathi, P., Muralidharan, V., and Manivannan, N. 2007. Trait association and path analysis for yield and yield attributing traits in sesame (*Sesamum indicum* L.). Madras Agricultural Journal 94: 174-178.
34. Sumathi, P., and Murlidharan, V. 2010. Analysis of genetic variability, association and path analysis in the hybrids of sesame (*Sesamum indicum* L.). Tropical Agricultural Research and Extension 13 (3): 63-67.
35. Thirumala Rao, V., Bharathi, D., Chandra Mohan, Y., Venkanna, V., and Bhadru, D. 2013. Genetic variability and association analysis in sesame. (*Sesamum indicum* L.). Crop Research 46 (1, 2&3): 122-125.
36. Thiyagu, K., Kandasamy, G., Manivannan, N., and Uma, D. 2007. Correlation and path analysis for oil yield and its components in cultivated sesame. Department of Oilseeds, CPBG. Tamil Nadu Agricultural University, India. 27: 1.
37. Vanishree, L. R., Banakar, N. C., and Renuka, G. 2013. Correlation and path coefficient analysis of 109oeff and 109oeff attributing traits in f4 generation of sesame (*Sesamum indicum* L.). Journal of Life Sciences 10: 180-182.
38. Yingzhong, Z., and Yishou, W. 2002. Genotypic correlations and path coefficient analysis in sesame. Sesame and Safflower Newsletter 17:10-12.
39. Yoll, E., Karaman, E., Furat, S., and Uzun, B. 2010. Assessment of selection criteria in sesame by using correlation coefficients, path and factor analyses. Australian Journal of Crop Science 4 (8): 598-602.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 17, No. 1, Spring. 2019, p. 99-110

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۷، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۱۱۰-۹۹

An Evaluation of the Relationship between Seed Yield and Oil Percentage with Some Important Agronomic Traits in Sesame by Using Path Analysis and Principal Component Analysis

B. Masoudi[1*]

Received: 16-12-2017
Accepted: 12-08-2018

Introduction: Sesame (*Sesamum indicum* L.) is considered as the queen of oilseeds for its high oil quality. Sesame oil is rich in micronutrients, antioxidants and essential amino acids as well as polyunsaturated fatty acids. Proper understanding of the relationship between grain yield and its components can significantly improve the performance of the breeding program through the proper use of selection indicators.

Materials and Methods: In order to determine the relationship between the seed yield and oil percentage with some important agronomic traits, and to find the direct and indirect effects of important agronomic traits on both seed yield and oil percentage and also select best genotypes in terms of different traits, 91 sesame genotypes (received from botanical gene banks of Germany, Canada and Australia) were studied based on an augmented design with 3 checks (Oltan, Yellow white, Naz tak shakheh) at seed and plant improvement institute, Karaj, Iran in 2016. 17 agronomic traits including flowering date, maturity date, first capsule height from surface of earth, height of plant, number of branches, number of capsule per branches, number of capsule per main stem, number of total capsule per plant, seed number per capsule, seed weight per capsule, 100-seed weight, capsule weight, capsule diameter, capsule length, oil percentage, biological yield and seed yield were studied.

Results and Discussion: The results of simple correlation indicated that seed yield per plant had a high correlation with total number of capsules per plant, number of capsules in branches, biological yield, number of capsules per main stem and plant height. Also 100 seed weight, seed yield per plant, number of capsules per main stem, number of capsules per plant and seeds weight per capsules were in a high correlation with oil percentage. The result of path analysis showed that the number of capsules per plant, number of capsules per branch, biological yield and capsule length exerted the greatest positive effects on seed yield and therefore suggest that they can used as selection criteria in seed yield improvement. Also seeds weight per capsule, capsule length, seed yield and number of capsules per main stem exerted the greatest positive effects on oil percentage. The results of principal component analysis showed that 6 components comprised 82.77 % of the total variations in genotypes. In the first components of this study biological yield, seed yield, capsule weight, number of capsules in the branches and number of capsules per plant had high positive coefficients. The number of seeds per capsule, the seed weight of a capsule and the weight of a capsule had the highest coefficients in the second component. In the third component, the traits of the day to the beginning of flowering and the day to the beginning of the maturity had the highest positive coefficients and the height of the plant had a high negative coefficient. In the fourth component, the weight of 100 seeds, oil percent and seed weight per capsule had the highest positive coefficients and the height of the first capsule from the ground surface had the highest negative coefficient. The fifth component, including oil percent, capsule length and height of the first capsule from the ground had positive coefficients and the numbers of capsules in the main branch were negative. Finally, the sixth component included the number of seeds per capsule and the number of capsules in the main branch with positive and 100-seed weight and the height of the first capsule from the surface with negative coefficients. Lao hong zhi ma and Black c-2-c, Dulce 101/87 and Bukbak had the highest yield in component 1 and 2 biplot. The genotype number 79, with the name of White c323-2, had a good relative yield and also a good relative seed oil content. In addition, genotypes number 79 and 51, with the names of White c323-2 and Local 123, have a good relative yield and also relatively early. Finally, genotype number 49, with the name of Lao hong zhi ma, had the highest relative yield and seed number per capsule.

Conclusions: For improvement of each component, we must pay attention to the related traits because gene or genes which control number of capsules per plant, probability control biological yield, capsule weight and other significant traits in this component too, and the component or gene which control this traits is similar gene or factor. By identifying these phenological and morphological patterns that effective in the structure of sesame and determining the relationships between them, breeders can use them in future programs.

Keywords: Oil percentage, Path analysis, Principal component analysis, Seed yield

---

1- Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
(*- Corresponding Author Email: bmasoudi@gmail.com)